



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Mäki-Saari

CE-MERKINTÄ TERÄSKOKOONPANOJEN ESIVALMISTUKSESSA

Tekniikka ja liikenne
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Mäki-Saari
Opinnäytetyön nimi	CE-merkintä teräskokoonpanojen esivalmistuksessa
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	37 + 1 liite
Ohjaaja	Reijo Mäkelä

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Ruukki Metalsin Seinäjoen teräspalvelukeskus, joka on nykyään osa SSAB:n konsernia. Työn tarkoituksena oli tutkia teräsrakenteille pakolliseksi tulleen CE-merkinnän vaikutuksia esivalmistukseen. Lähtökohtana työlle oli standardin SFS-EN 1090 mukaiset vaatimustenmukaisuudelle ja teknisille vaatimuksille asetetut vaatimukset.

Työssä perehdyttiin standardin sisältöön ja sen vaatimaan laadunvalvontaan. Standardin sisältöä tarkasteltiin yritykselle merkittävästä näkökulmasta ja tärkeimmät asiat kirjattiin ylös. Työn suoritukseen kuului myös olennaisena osana standardin vaatimat laatutestit ja niiden tulosten tarkastelu.

Työssä saatiin selville esivalmistukseen vaikuttavat tekijät ja laatutestien avulla selvitettiin tuotannon kyky valmistaa standardin mukaisia tuotteita. Työn lopputuloksena on käsikirja tuotannonsuunnittelijoille standardin SFS-EN 1090 mukaan valmistettavia tuotteita varten.

Avainsanat	laatu, standardi, CE-merkintä, teräskokoonpano, esivalmistus
------------	--

ABSTRACT

Author	Jussi Mäki-Saari
Title	CE Marking for Prefabrication of Steel Assemblies
Year	2015
Language	Finnish
Pages	37 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Reijo Mäkelä

This thesis was assigned by Ruukki Metals Seinäjoki steel service centre which is today part of SSAB group. The purpose of thesis was to examine effects of the now compulsory CE marking on the prefabrication of steel structures. The basis for the thesis were the conformity of production and the requirements for Technical Requirements in accordance with the standard SFS-EN 1090.

The contents of the standard and its requirements on the quality control were studied. The contents of the standard were considered significant from the perspective of the company and the most important things were recorded. Quality tests required by the standard the review of the results were also part of the thesis.

The thesis revealed the factors affecting the prefabrication and quality tests were used to explore the production capacity to manufacture products that comply with the standard. The final result is a handbook for production engineers to be used for products manufactured in accordance with the SFS-EN 1090.

Keywords	Quality, standard, CE-marking, steel assembly, prefabrication
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn tausta.....	8
1.2	Työn tavoite	8
2	YRITYSESITTELY	9
2.1	Rautaruukki Oyj.....	9
2.2	Seinäjoen teräspalvelukeskus.....	10
2.3	Ruukin ja SSAB:n yhdistyminen	10
3	LAATU.....	11
3.1	Laatu käsitteenä	11
3.2	Laadun näkökulmia.....	11
3.3	Laadunhallintajärjestelmä	13
3.4	Laatu Ruukilla.....	14
4	STANDARDISOINTI.....	15
4.1	Standardin määritelmä	15
4.2	Standardien laadinta.....	15
4.3	Standardisoinnin hyödyt	17
4.4	Standardisoinnisjärjestöjä	18
5	TERÄSKOKOONPANOJEN CE-MERKINTÄ.....	19
5.1	CE-merkinnän periaatteet	19
5.2	CE-merkinnän kiinnittäminen.....	19
5.3	CE-merkintä teräsrakentamisessa	20
5.4	SFS EN 1090-1	20
5.4.1	Alkutestaus	21
5.4.2	Tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä	21
5.5	SFS EN 1090-2	22

5.5.1	Toteutusluokat.....	23
5.5.2	Esikäsittelyasteet.....	23
5.5.3	Geometriset toleranssit.....	24
5.5.4	Käytettävät tuotteet	24
5.5.5	Leikkaus	25
5.5.6	Kylmämuovaus	25
5.5.7	Reikien tekeminen.....	26
5.5.8	Aukot.....	27
6	ESIVALMISTUS	28
6.1	Terminen leikkaus.....	28
6.1.1	Polttoleikkaus.....	28
6.1.2	Plasmaleikkaus	29
6.1.3	Laserleikkaus.....	29
6.2	Rei'itys.....	30
6.3	Taivuttaminen	30
6.3.1	Särmäys	31
7	LAATUTESTIT	33
8	CE- MERKINNÄN VAIKUTUS VALMISTUKSEEN	35
9	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET	

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CE	Conformité Européenne, valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset
CEN	European Committee for Standardization, eurooppalainen standardisoimisjärjestö
FPC	Factory Production Control, tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä
EN- standardi	Eurooppalainen CEN-järjestön julkaisema standardi
ETA	Euroopan talousalue
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö
ISO-standardi	Kansainvälinen ISO- järjestön julkaisema standardi
SFS	Suomen standardisoimisliitto
ITC	Initial Type Calculation, laskennallinen alkutestaus
ITT	Initial Type Testing, alkutestaus

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1.	Laadun näkökulmia	s.12
Kuvio 2.	Laatujärjestelmän rakenne-esimerkki	s.13
Kuvio 3.	SFS-standardin laadinnan vaiheet	s.17
Kuvio 4.	Lävistettyjen ja plasmalla leikattujen reikien sallitut painaumat	s.26
Kuvio 5.	Esimerkki aukkojen pyörityksestä	s.27
Kuvio 6.	Venyminen ja tyssäntyminen	s.31
Kuvio 7.	Taivutusmenetelmät	s.32
Kuvio 8.	Esimerkki koekappaleista	s.34
Taulukko 1.	Suoritusmatriisi toteutusluokan määrittämiseen	s.23
Taulukko 2.	Esikäsittelyaste	s.24
Taulukko 3.	Kovuuden suurimmat sallitut arvot	s.33

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan CE-merkinnän vaikutuksia teräskokoonpanojen esivalmistuksen kannalta. Työssä selvitetään standardin SFS-EN 1090 mukaisia valmistuksen vaatimuksia ja otetaan kantaa niiden vaikutuksista eri työmenetelmiin.

Standardi koostuu kolmesta osasta ja se käsittelee teräs- ja alumiinirakenteiden toteutuksen vaatimustenmukaisuutta ja teknisiä vaatimuksia. Standardi on hyvin laaja ja pitää sisällään lukuisia viitestandardeja, mikä tekee oleellisen tiedon analysoimisesta haastavaa. Tässä työssä keskitytään teräsrakenteiden vaatimuksiin ja käsitellään standardin tuomia vaikutuksia Ruukin Seinäjoen teräspalvelukeskukselle.

Työ on ajankohtainen, sillä CE-merkintä tuli pakolliseksi teräskokoonpanoille 1.7.2014 alkaen, jolloin standardin SFS-EN 1090-1 käyttöönoton eli CE-merkinnän kiinnittämisen siirtymäaika päättyi.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyö tehtiin Ruukin Seinäjoen teräspalvelukeskuksen käyttöön. Toimipiste on erikoistunut levymäisten terästuotteiden esivalmistuspalveluihin mm. poltto-, plasma-, ja laserleikkaamalla sekä särmäämällä teräslevytuotteita. Työn tavoitteena oli selvittää terästuotteiden esivalmistuksen vaatimuksia standardin SFS-EN 1090 kannalta sekä laatia ohjeistus tuotannonsuunnittelua varten. Työn tuloksena tuotannonsuunnittelijoilla tulisi olla yhtenäinen toimintamalli standardin SFS-EN 1090 alaisia tilauksia varten.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Rautaruukki Oyj

Rautaruukki Oyj on suomalainen terästuotteisiin ja teräsrakentamiseen keskittynyt yhtiö, jolla on henkilöstöä noin 8 600 ja toimintaa lähes 30 maassa, muun muassa Pohjoismaissa, Venäjällä, Intiassa, Kiinassa ja Etelä-Amerikassa. Yhtiö on erikoistunut teräksisten komponenttien, järjestelmien ja kokonaisuuksien toimituksiin konepajateollisuudelle ja rakentamiseen. Yhtiön tavoitteena on asiakaslähtöinen toiminta rakentamisen ja teräksen erikoisosaajana. Erikoisteräsliiketoiminnan kehitys ja energiatehokkaiden teräsratkaisujen toimittaminen ovat yhtiön menestyksen kulmakiviä. Liikevaihto vuonna 2013 oli 2,4 miljardia euroa. Vuodesta 2004 yhtiö on käyttänyt markkinointinimeä Ruukki. (Vuosikertomus 2013, 4-6.)

Ruukin liiketoiminta on jaettu kolmeen sektoriin. Rakentamisen tuotteet - Ruukki Building Products toimittaa energiatehokkaita ratkaisuja rakentamisen tarpeisiin. Tuotteissa yhdistyvät oman suunnittelun lisäksi standardisoitu ja kustannustehokas tuotanto. Ruukki Building Products tarjoaa kuori-, katto- ja pohjarakentamisen komponentteja, liike-, toimitila- ja teollisuusrakentamiseen sekä satama- ja väylärakentamiseen. Lisäksi tarjontaan kuuluu pientalojen kattotuotteet ja asennuspalvelut. (Vuosikertomus 2013, 14-17.)

Rakentamisen projektit - Ruukki Building Systems toimittaa perustus-, runko- ja kuorirakenteita liike-, toimitila- ja teollisuusrakentamiseen. Tarjontaan kuuluu palvelut suunnittelusta asennukseen. (Vuosikertomus 2013, 14-17.)

Teräsliiketoiminta - Ruukki Metals toimittaa standarditerästuotteita mm. levy-, nauha-, putki-, ja profiilituotteina. Valikoimaan kuuluvat myös erikoisterästuotteet, kuten erikoislujat, kulutusta kestävät ja erikoispinnoitetut tuotteet. Erikoisterästuotteissa Ruukilla on vahva osaaminen ja nykyaikaista valmistuskapasiteettia. Erikoisterästen osuus markkinoilla on kasvussa ja niiden

kehitykseen panostetaan Ruukilla. Teräspalvelukeskukset toimivat teräsliiketoiminnan parissa ja ne toimittavat terästuotteita ja niihin liittyviä esikäsittely-, logistiikka- sekä varastointipalveluita. (Vuosikertomus 2013, 14-17.)

2.2 Seinäjoen teräspalvelukeskus

Seinäjoen teräspalvelukeskus toimii kahdessa eri osoitteessa Kapernaumin teollisuusalueella. Toiminta alkoi Tuottajantielle vuonna 1995 valmistuneissa 8 000 m² tuotantotiloissa. Toiminnan laajetessa alettiin valmistaa uutta 8 000m² laitosta läheiselle Jalostajantielle. Uudet tuotantotilat otettiin käyttöön vuonna 2001. Tuottajantien laitoksen yhteydessä on lisäksi Ruukin myyntikonttori. Seinäjoen palvelukeskuksessa on noin 180 työntekijää myyntikonttorin henkilöstö mukaan lukien.

2.3 Ruukin ja SSAB:n yhdistyminen

Keväällä 2014 Rautaruukki ja ruotsalainen teräsyhtiö SSAB allekirjoittivat yhdistymissopimuksen, jonka myötä yritykset yhdistivät liiketoimintonsa. Rautaruukki on nykyään osa SSAB:tä. Yhdessä Ruukki ja SSAB muodostavat maailmanlaajuisesti toimivan pohjoismaisen ja yhdysvaltalaisen teräsyhtiön, joka on johtava erikoisterästen ja nuorrutusterästen sekä nauha-, levy- ja putkituotteiden sekä rakentamisen ratkaisujen tuottaja. Yhtiön päätuotantolaitokset ovat Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Yhtiöllä on neljä teräsliiketoimintaan keskittyvää divisioonaa: SSAB Special Steels, SSAB Europe, SSAB Americas ja jakeluun keskittyvä Tibnor sekä yksi rakentamiseen keskittyvä divisioona Ruukki Construction. Uudella yhtiöllä on noin 17 300 työntekijää ja alustava liikevaihto vuodelta 2013 on noin 6,4 miljardia euroa. Yhtiön vuotuinen terästuotantokapasiteetti on 8,8 miljoonaa tonnia. SSAB:n pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. Yhtiön merkittävimmät terästuotantotehtaat sijaitsevat Oxelösundissa, Borlängessä ja Luleåssa (Ruotsi), Raahessa ja Hämeenlinnassa (Suomi) sekä Montpelierissä ja Mobilessa (Yhdysvallat) (Ruukki & SSAB 2014).

3 LAATU

3.1 Laatu käsitteenä

Laatu käsitteenä on hyvin moniulotteinen. Sen määrittäminen on usein hankalaa, eikä yhtä ja oikeaa käsitettä laadulle ole olemassa. Alun perin laatu on mielletty tuotteen tai palvelun virheettömyytenä, mutta nykyään sen voidaan sanoa kuvaavan organisaation koko toimintaprosessia.

Laadun käsite on muuttunut alkuperäisestä virheettömyyden kuvaamisesta kokonaisvaltaiseksi liikkeenjohdon käsitteeksi. Toisin sanoen laatu käsitetään yrityksen laaja-alaisena kehittämisenä ja johtamisena, jonka tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, kannattava liiketoiminta sekä kilpailukyvyyn säilyttäminen ja kasvattaminen. Samalla laatu on muuttunut tarkoittamaan kaikkea yrityksen toimintaa tuotteen laadusta aina toimintaprosessien ja asiakasyhteyksien parantamiseen asti. Laatu määritellään yleisesti kyvyksi täyttää asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset, jotka voivat liittyä tuotteen käyttöarvoon eli käyttötarpeeseen, näyttöarvoon eli imagon luomiseen tai vaihtoarvoon eli vaihto- ja sijoitusarvon säilymiseen tai kaikkiin näistä. (Silèn 2001, 15-17.)

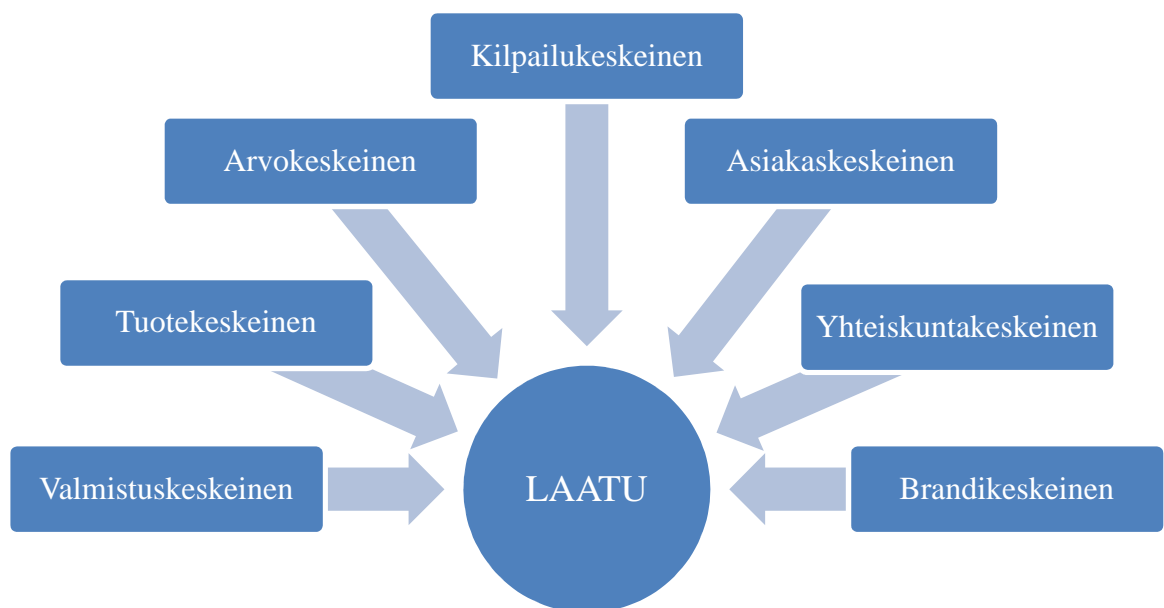
Laatu voidaan jakaa tuotteen laatuun ja toiminnan laatuun. Tuotteen laadulla tarkoitetaan asiakkaan käsitystä yrityksestä ja sen tuotteiden laadusta sekä sitä, miten asiakas kokee yrityksen tuotteet kilpailijoihin verrattuna. Toiminnan laadulla tarkoitetaan yrityksen kykyä saavuttaa tavoiteltu laatu ja laaduntuottokyky yrityksen sisäisen toiminnan ja ulkopuolisen yhteistyöverkoston osalta. Hyvin johdetussa yrityksessä laatua ei käytetä erillisenä käsitteenä, vaan se otetaan systemaattisesti huomioon kaikessa toiminnassa. (Silèn 2001, 15-17.)

3.2 Laadun näkökulmia

Laatu voidaan määritellä monin eri tavoin, sillä siihen kohdistuu erilaisia vaatimuksia. Laatujohtamisajattelun mukaan laadulla tarkoitetaan toiminnan keskeistä periaatetta yrityksen koko henkilöstön toiminnassa. Laatu tulee ottaa

tällöin huomioon eri näkökulmista. Kuviossa 1 on esitetty laatuun kohdistuvia näkökulmia. Laadun tarkastelunäkökulmia ovat esimerkiksi

- valmistuskeskeinen laatu, joka viittaa virheiden määrään
- tuotekeskeinen laatu, jossa tuotteen ominaisuudet määrittelevät laadun
- arvokeskeinen laatu eli tuotteen käyttöarvo
- kilpailukeskeinen laatu, joka määrittää laadun kilpailijoiden suhteen
- asiakaskeinen laatu eli tuotteen kyky tyydyttää asiakkaan tarpeet ja toiveet
- yhteiskuntakeskeinen laatu eli yrityksen toiminnan kokonaisvaikutus luontoon ja yhteiskuntaan
- brandikeskeinen laatu eli yrityksen kyky viestiä omasta osaamisestaan.



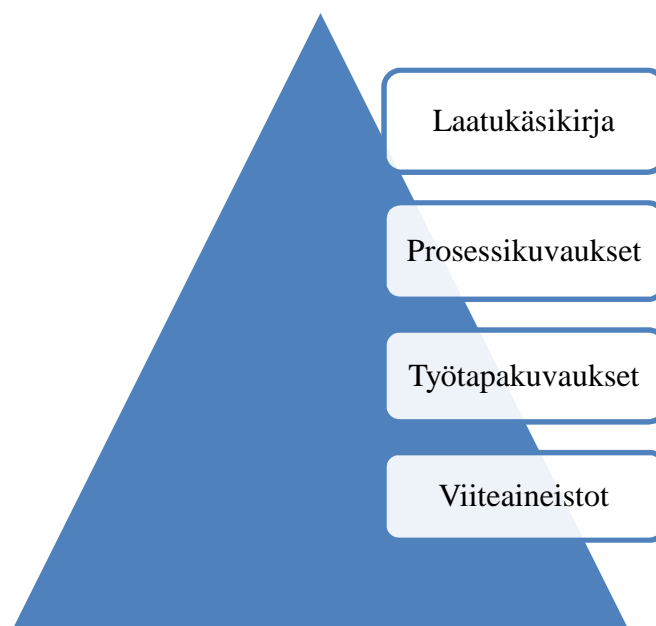
Kuvio 1. Laadun näkökulmia. (Silèn 2006, 41.)

Menestyvän yrityksen tulee pohtia laatupolitiikkaansa eri näkökulmista, jotta sitä voidaan kehittää oikeaan suuntaan. (Silèn 2006, 41-42.)

3.3 Laadunhallintajärjestelmä

Laadunhallintajärjestelmä perustuu laatujärjestelmään ja laadunhallintaan. Laatujärjestelmällä tarkoitetaan laadun aikaansaamiseksi käytössä olevia työkaluja, kuten vastuunjakoa, proseduureja ja resursseja. Se voidaan määritellä rakenteeksi, jonka avulla johdon tavoite pyritään viemään systemaattisesti koko organisaation läpi. Kuvioissa 2 on esitetty laatujärjestelmän rakenne-esimerkki. Jokaisella tuotteita tai palveluja aikaansaavilla organisaatioilla on jonkinlainen laatujärjestelmä. Laatujärjestelmä voi pitää sisällään hyvin yksityiskohtaisia käsikirjoja ja työhjeita tai kokemuseräistä tietotaitoa. Sen tulisi olla kuitenkin selkeä, yksinkertainen ja tarkoituksenmukainen. Laatujärjestelmän tavoitteena on saada järjestelmällisyyttä toiminnan ohjaukseen ja varmistaa tuotteiden, palvelujen tai prosessien korkea ja tasainen laatu. Laatujärjestelmän kehittäminen on sitä, että organisaation keskeisten toimien ja prosessien parhaat tunnetut suoritustavat standardoidaan ja toimitaan niiden mukaan. (Lillrank 1998, 132.)

Laatujärjestelmä



Kuvio 2. Laatujärjestelmän rakenne-esimerkki. (Lecklin 1999, 36.)

Kotimaiset yritykset ovat rakentaneet ja sertifioineet yleensä ISO 9000 -standardeihin perustuvia laatujärjestelmiä. Standardien lähtökohtana on muodostaa kansainvälinen yhdenmukaisuus ja yhteinen näkemys laatujohtamisesta ja laadunvarmistuksesta. Standardit koostuvat laajasta kokonaisuudesta erillisiä dokumentteja, jotka muuttuvat ja päivittyvät alituisesti. Ne edustavat pitkälti 1970-luvun laatuajattelua ja niiden kehittyminen on hidas prosessi. Standardit edustavat aina keskinkertaisuutta ja keskinkertaisuudella on hankala erottua markkinoilla. (Silèn 2006, 46.)

Laadunhallinnalla pyritään noudattamaan laatujärjestelmään asetettuja laatutekijöitä. Laadunhallinta koskee organisaation kaikkia toimintaprosesseja, joissa laatua voidaan tarkkailla. Laadunhallinnan tarkoituksena on hallita laatujärjestelmään määritellyjä tekijöitä. Laatujärjestelmän harkitusta sisällöstä ja hyvin johdetusta laadunhallinnasta muodostuu organisaation toimiva laadunhallintajärjestelmä.

3.4 Laatu Ruukilla

Liiketoiminta Ruukilla perustuu asiakastyytyväisyyteen. Yhtiö on kehittänyt toimintaansa asiakaslähtöiseksi ja erikoistuneeksi teräsosaajaksi. Vuosituhannen vaihteessa aloitettu panostus erikoisteräsliiketoimintaan on tuottanut tulosta vahvan tuotekehitystyön, markkinoinnin ja kaupallistamisen sekä kansainvälisen laajentumisen kautta. Ratkaisujen, tuotteiden ja toiminnan laatu ovat yhtiön keskeisiä menestystekijöitä. Laadunhallintajärjestelmän tavoitteena on paras mahdollinen tuotanto- ja kokoonpanolaatu. Yhtiön tuotantopaikat toimivat vaativimpien standardien ja tiukimpien sertifiointivaatimusten mukaisesti. Laatua parannetaan jatkuvasti kilpailukyvyn ja asiakastyytyväisyyden säilyttämiseksi. Saavutetun markkina-aseman, osaamisen ja investointien avulla yhtiön on hyvä jatkaa eteenpäin (Yritysvastuuraportti 2013).

4 STANDARDISOINTI

4.1 Standardin määritelmä

Standardisointi tunnetaan yleisesti tekniikan aloilla ja sen historia ulottuu pitkälle menneisyyteen. Standardisointi kasvattaa jatkuvasti merkitystään myös muilla aloilla ja uusia standardeja kehitetään jatkuvasti sekä vanhoja päivitetään.

Standardisoinnilla tarkoitetaan yhteisten sääntöjen ja toimintatapojen luomista ja ne ovat luonteeltaan suosituksia. Standardien käyttö ja hyödyntäminen on vapaaehtoista ja maksutonta, mutta standardien hankinta on maksullista. Standardisointijärjestöjen menot katetaan standardiasiakirjojen myynnillä, julkisella rahoituksella ja jäsenmaksuilla. (Standardit ja standardisointi 2013, 7.)

Standardi määritellään kirjalliseksi julkaisuksi, joka on kaikkien saatavilla. Standardi voi olla voimassa paikallisesti tietyllä maantieteellisellä alueella tai kansainvälisenä kaikkialla. Standardit on laadittu helpottamaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien elämää. Standardeilla pyritään lisäämään tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta sekä suojelemaan ympäristöä ja helpottamaan kaupankäyntiä. (Standardit ja standardisointi 2013, 7.)

4.2 Standardien laadinta

Standardisointi on maailmanlaajuisesti tunnettu menetelmä. Monissa teollisuusmaissa standardisointi on vapaaehtoisten organisaatioiden, standardisoimisjärjestöjen vastuulla. Kehitysmaissa standardisoinnista vastuussa ovat yleensä valtion viranomaiset. Standardisointia harjoitetaan kolmella eri tasolla:

- Kansainvälisellä tasolla, joka sisältää kansainvälisesti hyväksytyt standardit. Esimerkiksi ISO-standardit.
- Alueellisella tasolla, joka sisältää alueellisesti hyväksytyt standardit. Esimerkiksi EN-standardit

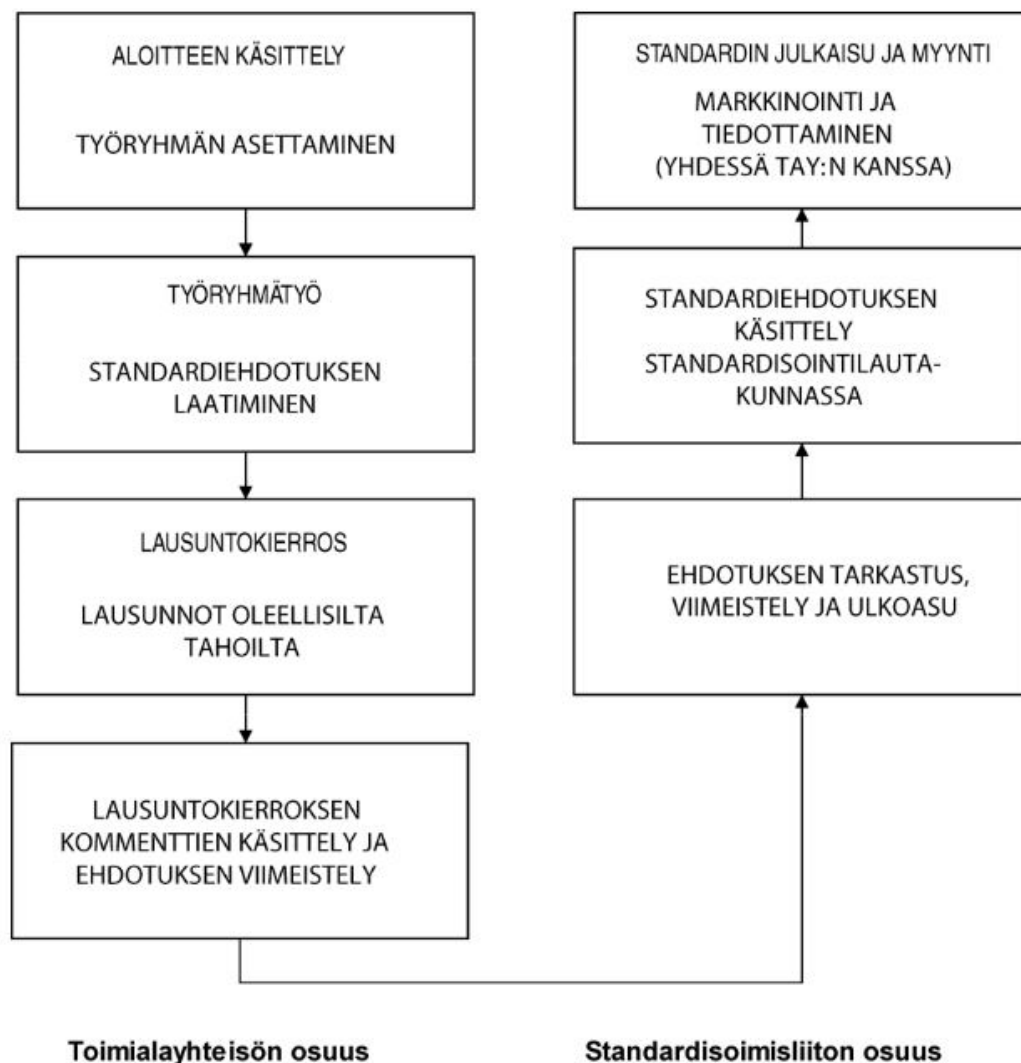
- Kansallisella tasolla, joka sisältää kansallisesti hyväksytyt standardit. Esimerkiksi SFS-standardit.

Kaikkia tasoja yhdistää se, että standardisoimistyö on alusta lähtien perustunut vapaaehtoisuuteen. (Standardit ja standardisointi 2013, 11-14.)

Standardit ovat aina virallisesti hyväksytyjä asiakirjoja. Hyväksynnästä vastaa standardisoinnista huolehtiva viranomainen, järjestö tai muu tunnustettu elin. Standardit laaditaan yhteistyönä ja laadinnassa pyritään kaikkien osapuolten yhteisymmärrykseen. Standardiehdotusten valmistelu tapahtuu komiteoissa ja työryhmissä, joihin pyritään saamaan paikalle monipuolinen edustus alan asiantuntijoita. Paikalle on yleensä kutsuttu edustajia viranomaisten, teollisuuden, kaupan, käyttäjien ja kuluttajien parista. Mukana on usein myös puolueettomia asiantuntijoita, kuten korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten edustajia. (Standardit ja standardisointi 2013, 7.)

Ennen standardin julkaisemista pyritään ottamaan huomioon kaikkien osapuolten näkökannat ja sovittelemaan mahdolliset ristiriidat. Täydelliseen yhteisymmärrykseen ei aina päästä, mutta standardin tulee olla sellainen, että mikään ryhmä ei ole oleellisissa asioissa pysyvästi eri mieltä. (Standardit ja standardisointi 2013, 7.)

Kansallisesti vahvistettavat SFS-standardit ovat pääosin eurooppalaisia tai kansainvälisiä standardeja. Standardiehdotukset laaditaan tällöin eurooppalaisen standardisomisjärjetön CENin tai kansainvälisen standardisomisjärjestön ISON työryhmissä. Työryhmän laatima ehdotus lähetetään aluksi lausuntokierrokselle. Kun standardiehdotus on hyväksytty, se toimitetaan SFS:ään julkaistavaksi ja vahvistettavaksi. SFS-standardit vahvistaa standardisointilautakunta. Kuviossa 3 on esitetty SFS-standardin laadinnan vaiheet aloitteesta valmiiksi standardiksi. (Kansallisen SFS standardin laadinta ja rakenne 2013, 6.)



Kuvio 3. SFS-standardin laadinnan vaiheet. (Kansallisen SFS standardin laadinta ja rakenne 2013, 6.)

4.3 Standardisoinnin hyödyt

Standardisoinnin avulla on pyritty siihen, että tuotteet, palvelut ja menetelmät sopivat niille tarkoitettuun käyttöön ja olosuhteisiin. Yksi standardisoinnin tärkeimmistä tehtävistä on vähentää merkityksettömiä eroavaisuuksia tuotteiden välillä. Teknisesti ja kaupallisesti merkityksettömät eroavaisuudet heikentävät kilpailukykyä mm. vähentämällä suurtuotannon etuja, estämällä avointa kilpailua markkinoilla ja lisäämällä kustannuksia, esimerkiksi varastoinnissa ja

kuljetuksissa. Standardisoinnilla varmistetaan se, että tuotteet ja järjestelmät sopivat toisiinsa ja toimivat yhdessä. Lisäksi tuotteiden, palvelujen tai menetelmien tulee olla keskenään vaihdettavia. Vaihdettavuus voi koskea esimerkiksi tuotteen mittoja tai toiminnallisia ominaisuuksia. (Standardit ja standardisointi 2013, 9.)

4.4 Standardisomisjärjestöjä

Kansainvälisellä tasolla laajin standardisomisjärjestö on ISO, jonka jäseniä ovat kansalliset standardisomisjärjestöt 163 maasta. Järjestö on perustettu vuonna 1947 ja sen jäseniin kuuluvat kaikki teollisuusmaat sekä useimmat kehitysmaat, joissa on merkittävää teollisuutta. Jäsenmaat voivat vahvistaa ISO-standardit kansallisiksi standardeiksi näin halutessaan. Voimassa olevia ISO-standardeja on yli 19 000, joista monet on vahvistettu myös Euroopassa EN-standardeina. (Standardit ja standardisointi 2013, 11-12.)

Euroopassa merkittävä standardisomisjärjestö on vuonna 1961 perustettu CEN. Järjestön jäsenmaat ovat velvoitettuja vahvistamaan kaikki eurooppalaiset standardit kansallisesti, joten ne ovat voimassa kaikissa CENin jäsenmaissa. Järjestön julkaisemista standardeista käytetään tunnusta EN ja julkaisuja on voimassa jo yli 14 000. Suomea CENissä edustaa Suomen Standardisomisliitto SFS ry. (Standardit ja standardisointi 2013, 13.)

Suomessa standardisoinnin keskusjärjestönä toimii SFS ry. Järjestö on perustettu vuonna 1924 ja sen jäseniä ovat esimerkiksi Suomen valtio ja Helsingin yliopisto. Järjestön tehtäviin kuuluu mm. SFS-standardien laadinta, vahvistaminen, julkaiseminen, myynti ja tiedottaminen. Yhdistyksen toiminnan tarkoituksena on Suomen kilpailukyvyn edistäminen. SFS on kansainvälisen standardisomisjärjestö ISON ja eurooppalaisen standardisomisjärjestön CENin jäsen. (Standardit ja standardisointi 2013, 22.)

5 TERÄSKOKOONPANOJEN CE-MERKINTÄ

5.1 CE-merkinnän periaatteet

CE-merkintä ilmaisee tuotteen olevan valmistajalle kuuluvien vaatimusten mukainen sellaisten yhteisön direktiivien nojalla, joissa säädetään CE-merkinnän kiinnittämisestä. Tuotteeseen kiinnitetty CE-merkintä on merkinnän kiinnittämisestä vastaavan henkilön antama vakuutus siitä, että tuote on kaikkien siihen sovellettavien säännösten mukainen ja että tuotteelle on suoritettu asianmukaiset vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt. (CE-merkintä. Perustiedot 2010, 9.)

CE-merkintä on pakollinen, ja se on kiinnitettävä aina ennen kuin sen soveltamisalaan kuuluvia tuotteita saatetaan markkinoille ja otetaan käyttöön. Mikäli tuotteisiin sovelletaan useita sellaisia direktiivejä, joissa säädetään CE-merkinnän kiinnittämisestä, tulee merkinnän olla osoitus siitä, että tuotteet ovat kaikkien näiden direktiivien säännösten mukaisia. Tuotteita ei voida varustaa CE-merkinnällä, jos ne eivät kuulu minkään direktiivin soveltamisalaan, jossa säädetään CE-merkinnän kiinnittämisestä. (CE-merkintä. Perustiedot 2010, 10-11.)

5.2 CE-merkinnän kiinnittäminen

Tuotteen valmistaja vastaa CE-merkinnän kiinnittämisestä ja siitä, että tuote on sovellettavan direktiivin vaatimusten mukainen. Valmistaja voi tarvittaessa nimittää valtuutetun edustajan toimimaan nimissään. Ennen CE-merkinnän kiinnittämistä tulee vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely saattaa päätökseen tuotteeseen sovellettavien direktiivien säännöstenmukaisuuden varmistamiseksi. Tämä suoritetaan yleensä tuotantovaiheen lopussa. Toimenpiteestä ei aiheudu ongelmia, jos CE-merkintä on esimerkiksi erillisessä kilvessä tai tarrassa, joka kiinnitetään tuotteeseen vasta lopullisen tarkastuksen jälkeen. Jos CE-merkintä päätetään valmistaa kiinteäksi osaksi tuotetta,

esimerkiksi valamalla tai leimaamalla, voidaan merkintä kiinnittää milloin tahansa tuotantovaiheen aikana sillä edellytyksellä, että tuotteen vaatimustenmukaisuus tarkastetaan asianmukaisesti koko tuotantovaiheen aikana. (CE-merkintä. Perustiedot 2010, 12.)

CE-merkintä on yleensä tuotteen arvokilvessä tai kiinteänä osana tuotetta. Tietyissä tapauksissa merkintä voidaan myös kiinnittää esimerkiksi pakkaukseen tai mukana tuleviin asiakirjoihin. Tämä on perusteltavissa esimerkiksi silloin, kun merkinnän vähimmäiskokoa ei voida noudattaa tai merkintää ei ole teknisesti mahdollista toteuttaa. CE-merkinnän tulee olla helposti kaikkien osapuolten nähtävissä ja luettavuuden takaamiseksi sen on oltava vähintään 5 mm korkea. (CE-merkintä. Perustiedot 2010, 13.)

5.3 CE-merkintä teräsrakentamisessa

Suurimmalle osalle rakennustuotteista CE-merkintä on tullut pakolliseksi kaikissa EU- ja ETA-maissa 1.7.2013 alkaen. Markkinoilla olevien rakennustuotteiden perusominaisuudet on osoitettava CE-merkinnällä, jos tuotteelle on olemassa eurooppalainen harmonisoitu tuotestandardi. Teräskokoonpanojen CE-merkintä koostuu standardin SFS-EN 1090-1+A1 mukaisesta vaatimustenmukaisuudesta ja standardin SFS-EN 1090-2+A1 mukaisista teknisistä vaatimuksista. Teräskokoonpanoille CE-merkintä on tullut pakolliseksi 1.7.2014 alkaen, jolloin harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1+A1 käyttöönoton siirtymäaika päättyi (Teräskokoonpanojen CE-merkintä 2012).

5.4 SFS EN 1090-1

Standardissa SFS-EN 1090-1 käsitellään teräs- ja alumiinikokoonpanojen toiminnallisten ominaisuuksien arviointia koskevia vaatimuksia. Vaatimustenmukaisuuden arviointi pitää sisällään valmistuksen ja suunnittelun perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet. Standardi sisältää myös teräksen ja betonin muodostamissa liitoksissa käytettävien teräskokoonpanojen

vaatimuksenmukaisuuden arvioinnin. Vaatimustenmukaisuus tulee osoittaa alkutestauksella ja tehtaan sisäisellä laadunvalvonnalla (SFS-EN 1090-1+A1 2012).

5.4.1 Alkutestaus

Alkutestauksella tarkoitetaan testien tai menettelyjen sarjaa, jolla määritetään tiettyä tuotetyyppiä edustavien kappaleiden toimivuus. Testien tarkoituksena on arvioida valmistajan mahdollisuudet tuottaa standardin mukaisia rakenteellisia kokoonpanoja ja tuotejärjestelmiä. Arviointi voidaan suorittaa kahdella mahdollisella tasolla: laskennallisella alkutestauksella (ITC), jolla arvioidaan valmistajan kykyä suorittaa rakenteellista suunnittelua tai alkutestauksella (ITT), jolla arvioidaan valmistukseen liittyvää suorituskkyä. Alkutestaus tulee suorittaa

- otettaessa käyttöön uusia tuotteita tai aloittaessa uuden kokoonpanon valmistusta
- otettaessa käyttöön uusi tai muutettu valmistusmenetelmä
- siirryttäessä valmistamaan korkeampaan toteutusluokkaan kuuluvia tuotteita.

Alkuarviointia voidaan vähentää, mikäli kyseessä on sellaisten kokoonpanojen tai tuotejärjestelmien alkutestaus, joille on jo tehty standardin SFS EN-1090-1 mukainen alkuarviointi. Lisäksi alkuarvioinnin vähennys edellyttää, ettei tuotteen toiminnallisiin ominaisuuksiin ole vaikutettu. (SFS-EN 1090-1+A1 2012, 26.)

5.4.2 Tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä

Valmistajan tulee luoda, dokumentoida ja ylläpitää tehtaan sisäistä laadunvalvontajärjestelmää (FPC). Tällä tavoin varmistetaan, että markkinoille toimitetut tuotteet ovat niille ilmoitettujen ominaisuuksien mukaisia. FCP-järjestelmän tulee sisältää kirjallisia menettelytapoja, säännöllisiä tarkastuksia ja testauksia sekä sellaisten tulosten käyttötavan, joiden perusteella valvotaan

kokoonpanossa käytettäviä tuotteita, välineitä, tuotantoprosesseja ja valmistettua kokoonpanoa. (SFS-EN 1090-1+A1 2012, 30.)

Laadunvalvonnan arviointiin vaikuttaa se, suorittaako valmistaja tuotteiden suunnittelua ja valmistusta vai pelkästään valmistusta. Molemmissa tapauksissa arvioinnissa suoritettaviin toimenpiteisiin kuuluu laadunvalvontajärjestelmän alkutarkastus ja jatkuva valvonta. (SFS-EN 1090-1+A1 2012, 42-44.)

5.5 SFS EN 1090-2

Standardin SFS-EN 1090 toinen osa käsittelee teräsrakenteita koskevia teknisiä vaatimuksia. Vaatimusten tarkoituksena on varmistaa teräsrakenteiden riittävä mekaaninen kestävyys ja stabiilius sekä käytettävyys ja ominaisuuksien säilyvyys. Standardissa esitetään rakenteina tai kokoonpanoina käytettäville kantaville teräsrakenteille toteutusta koskevat vaatimukset. Soveltamisalaan kuuluvat seuraavista materiaaleista valmistettavat tuotteet

- kuumavalssatut rakenneterästuotteet lujuusluokkaan S690 saakka
- kylmämuovatut muotosauvat ja muotolevyt, ruostumattomille teräksille lujuusluokkaan S700 saakka
- kuuma- ja kylmämuovatut austeniittiset, austeniittis-ferriittiset ja ferriittiset ruostumattomat terästuotteet
- kuuma- ja kylmämuovatut rakenneputket sekä tilaustyönä tehdyt muovatut ja hitsatut rakenneputket.

Rakenneteräksille standardia voidaan käyttää lujuusluokkaan S960 saakka, jos toteutuksen vaatimukset varmistetaan luotettavuuden kannalta ja kaikki tarvittavat lisävaatimukset esitetään. Teräsrakenteiden vaatimukset ilmaistaan toteutusluokkien avulla. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 7.)

5.5.1 Toteutusluokat

Toteutusluokilla määritetään koko rakenteen, rakenteen osan tai tiettyjen yksityiskohtien vaatimuksia. Toteutusluokan määrittämisestä vastaa suunnittelija, jonka tehtäviin kuuluu arvioida rakenteen käyttöön ja toteutukseen vaikuttavia tekijöitä. Toteutusluokan määrittämisen avuksi on laadittu taulukko joukosta toteutusluokan valintaa ohjaavia tekijöitä (**Taulukko 1.**). Valintaan vaikuttavat seuraamusluokan, käyttöluokan ja tuotantoluokan määrittäminen. Standardin mukaisia toteutusluokkia on neljä. Toteutusluokat on nimetty merkinnöin EXC1, EXC2, EXC3 ja EXC4. Luokat kuvaavat toteutuksen vaativuustasoa siten, että vaatimukset kasvavat siirryttäessä luokkaa EXC4 kohti. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 19.)

Taulukko 1. Suoritusmatriisi toteutusluokan määrittämiseen. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 104.)

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4
^a Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.							

5.5.2 Esikäsittelyasteet

Esikäsittelyasteilla osoitetaan pinnoitettaviksi tarkoitettujen materiaalien pinnan vaatimuksia. Esikäsittelyasteet on laadittu korroosioneston ja rakenteen raskauskestävyyden turvaksi. Standardissa ilmoitetut esikäsittelyasteet on nimetty P1:stä P3:een, joista vaativin on P3. Mikäli korroosioneston odotettu käyttöikä ja raskausluokka on esitetty, tulee esikäsittelyasteen olla taulukon 2 mukainen. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 19.)

Taulukko 2. Esikäsittelyaste. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 73.)

Korroosioneston odotettu käyttöikä ^a	Rasitusluokka ^b	Esikäsittelyaste
>15 vuotta	C1	P1
	C2 ...C3	P2
	Yli C3	P2 tai P3, kuten esitetty
5...15 vuotta	C1...C3	P1
	Yli C3	P2
< 5 vuotta	C1...C4	P1
	C5...Im	P2
^{a, b} Korroosioneston odotetun käyttöiän ja rasitusluokan osalta viitataan tapauskohtaisesti standardeihin EN ISO 12944 ja EN ISO 14713-1.		

5.5.3 Geometriset toleranssit

Geometrisille toleransseille esitetään standardissa kaksi toleranssityyppiä, jotka ovat olennaiset toleranssit ja toiminnalliset toleranssit. Olennaiset toleranssit koostuvat valmiin rakenteen kestävyys- ja stabiiliuteen olennaisesti vaikuttavista arvoista. Muut vaatimukset, kuten yhteen sopiminen, ulkonäkö ja täyttymiseen vaikuttavat poikkeamat muodostavat toiminnalliset toleranssit. Toiminnalliset toleranssit on jaettu kahteen luokkaan niiden vaatimustason perusteella. Olennaiset toleranssit ja toiminnalliset toleranssit ovat kummatkin velvoittavia. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 76.)

5.5.4 Käytettävät tuotteet

Teräsrakenteiden toteutuksessa käytettävien tuotteiden tulee olla eurooppalaisten standardien mukaisia, ellei toisin esitetä. Tuotteiden ominaisuudet tulee dokumentoida siten, että niitä voidaan verrata esitettyihin vaatimuksiin. Terästuotteiden ominaisuudet selvitetään ainestodistusten avulla. Kaikilla terästuotteilla tulee olla standardin EN 10204 mukainen ainestodistus. Ainestodistuksesta selviää valmistajan ilmoittama sulatusnumero kyseiselle tuotantoerälle. Sulatusnumeron avulla materiaalin tiedot saadaan selville ja

jäljitettävyys mahdollistuu. Materiaalien jäljitettävyys täytyy olla mahdollista jokaisessa tuotantovaiheessa vastaanotosta luovutukseen toteutusluokissa EXC3 ja EXC4. Jos tuotannossa käytetään samanaikaisesti eri teräslajeja, tulee jokainen laji merkitä kyseisen teräslajin osoittavalla tunnuksella toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4. Merkintätavat eivät saa vahingoittaa materiaalia. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 20-21.)

5.5.5 Leikkaus

Standardin hyväksymiä teräksen leikkausmenetelmiä ovat sahaaminen, mekaaninen leikkaus, laserleikkaus, vesileikkaus ja polttoleikkaus. Käsipolttoleikkausta ei suositella käytettäväksi, mutta tietyissä tapauksissa se on välttämätöntä. Huomion arvoista on se, ettei standardissa ole mainittu plasmaleikkausta sallittujen menetelmien listalla, vaikka se on yleisimpiä konepajojen käyttämiä leikkausmenetelmiä. Reikien tekemistä koskevassa kohdassa sen sijaan luetaan plasmalla leikatut reiät sallittuihin menetelmiin. Teräksen leikkaus tulee suorittaa siten, että standardissa esitetyt geometrisille toleransseille, kovuuden ylärajalle ja vapaiden reunojen tasaisuudelle asetetut vaatimukset täyttyvät. Jos leikkaus ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, tuotetta ei saa käyttää ennen korjaavia toimenpiteitä ja tarkastusta. Tuotetta voidaan kuitenkin käyttää rajoitetulla alueella, jolla se täyttää vaatimukset. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 32.)

5.5.6 Kylmämuovaus

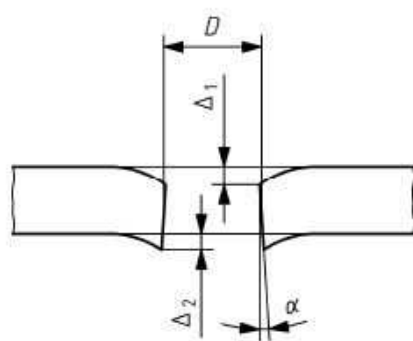
Standardin mukaan teräksen kylmämuovaamisella tarkoitetaan rullamuovaamista, särmäämistä ja taivuttamista. Muotoiltaessa tuotteita, tulee standardissa esitettyjä vaatimuksia noudattaa. Vasarointia ei saa käyttää muovauksen apuna tuotteille. Kylmämuovauksen seurauksena materiaalin sitkeys heikkenee. Lisäksi on huomioitava mahdollinen vetyhaurauden vaara, joka liittyy kylmämuovauksen jälkeen mahdollisesti tehtäviin käsittelyihin, esimerkiksi kuumasinkitykseen. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 34.)

5.5.7 Reikien tekeminen

Reikien tekemiseen sallittuja menetelmiä ovat poraaminen ja lävistäminen sekä laser-, plasma-, ja polttoleikkaus. Myös reikien tulee täyttää leikkausta koskevien paikalliseen karkenemiseen ja pinnan laatuun liittyvät vaatimukset. Kaikkien yhteen kuuluvien reikien tulee toimia siten, että kiinnittimet voidaan asettaa vapaasti liitettävien osien läpi suorassa kulmassa kosketuksissa oleviin pintoihin nähden. Reiän halkaisijan tulee täyttää seuraavat ehdot, ellei toisin ole esitetty

- soviteruuvien ja soviteniveltappien reiät valmistetaan standardin ISO 286-2 mukaan täyttämään toleranssiluokan H11 mukaiset vaatimukset
- muille rei'ille käytetään $\pm 0,5$ mm toleranssia, kun reiän halkaisijana käytetään reiän päiden halkaisijan keskiarvoa kuvion 4 mukaisesti.

Lisäksi reikien kartiokulma (α) ja purseet (Δ) eivät saa ylittää kuvion 4 mukaisia arvoja. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 37.)



$$D = \frac{(d_{\max} + d_{\min})}{2}$$

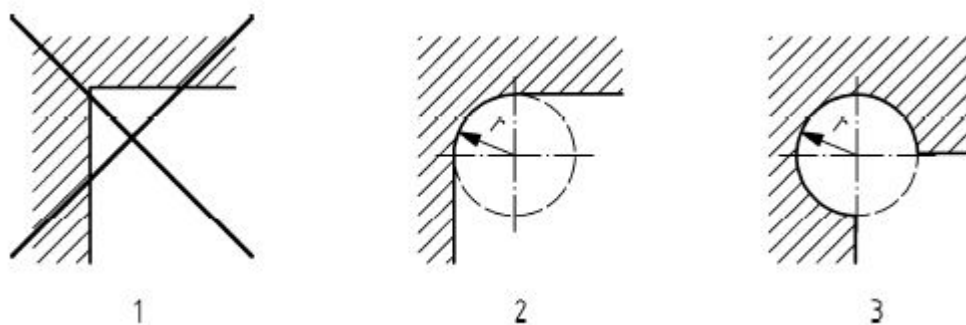
$$\max(\Delta_1 \text{ tai } \Delta_2) \leq |A1| > D/10 < A1|$$

$$\alpha \leq 4^\circ \text{ (ts. 7 \%)}$$

Kuvio 4. Lävistettyjen ja plasmalla leikattujen reikien sallitut painaumat. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 38.)

5.5.8 Aukot

Teräslevyjen sisäkulmia ei saa ylileikata mahdollisen repeämisen vaaran vuoksi. Sisäkulmiksi luetaan kulmat, joissa kylkien välinen avoin kulma on pienempi kuin 180° . Sisäkulmat tulee pyöristää toteutusluokissa EXC2 ja EXC3 vähintään 5 mm pyöristyssäteellä. Toteutusluokassa EXC4 vähimmäispyöristyssäde on 10 mm. Kuviossa 5 on esimerkkejä aukkojen mahdollisista pyöristyksistä. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 38.)



1. Ei sallittu
2. Suositeltava automatisoidulle tai mekanisoidulle leikkaukselle
3. Sallittu

Kuvio 5. Esimerkki aukkojen pyöristyksestä. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 39.)

6 ESIVALMISTUS

Standardin SFS-EN 1090-2 määritelmän mukaisesti teräskokoonpanojen esivalmistukseen kuuluvat kaikki terästuotteille tehtävät toimenpiteet, kun niistä valmistetaan kokoonpanoon asennus- ja liittamisvalmiita osia. Tilanteesta riippuen esivalmistukseen voi kuulua, esimerkiksi tunnistaminen, leikkaaminen, muotoilu ja reikien teko. Tässä luvussa käsitellään termiseen leikkaukseen käytettäviä menetelmiä sekä standardin mukaista rei'itystä ja taivutusta.

6.1 Terminen leikkaus

Terminen leikkaus on tyypillinen konepajojen käyttämä työmenetelmä. Sitä käytetään niin ohutlevyjen kuin paksujen levyjen leikkauksessa. Termisessä leikkauksessa materiaali kuumennetaan paikallisesti korkeaan lämpötilaan ja leikkausrailoon ohjattava kaasu puhalttaa sulan metallin pois. Leikkausprosessi tapahtuu joko palamalla, sulamalla tai höyrystymällä tai kaikkien näiden yhteisvaikutuksesta. Yleisesti käytettyjä termisiä leikkausmenetelmiä ovat poltto-, plasma-, ja laserleikkaus. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 18.)

6.1.1 Polttoleikkaus

Polttoleikkausta käytetään erityisesti paksujen teräslevyjen leikkaukseen. Menetelmä soveltuu yli 3 mm materiaaleille, mutta tyypillinen käyttöalue on noin 15 - 300 mm. Polttoleikkaus perustuu kaasuseoksen muodostamaan liekkiin, jolla metallia kuumennetaan. Kaasuseos muodostuu polttokaasusta ja hapesta. Polttokaasuna leikkauksessa käytetään tyypillisesti asetyleenia, propaania tai metaania. Polttimen keskeltä puhallettavan leikkaushapen tarkoituksena on hapettaa metalli ja puhalttaa pois sula metallioksidi. Metallin hapettaminen vapauttaa huomattavan määrän lämpöä, jonka seurauksena leikattava kappale kuumenee. (Aaltonen ym. 1997, 19.)

Leikattavan pinnan laatuun ja lämmön aiheuttamiin muodonmuutoksiin voidaan osaltaan vaikuttaa polttoparametreilla ja leikkausradan luonnilla. Leikkausnopeus

on riippuvainen leikattavan materiaalin vahvuudesta. Oikealla leikkausnopeudella ja suutinkoolla saadaan aikaan hyvä ja tasainen leikkauspinnan laatu. Lämmön aiheuttamien vääntelyjen minimoimiseksi on syytä kiinnittää huomiota polton aloitukseen ja leikkaussuuntaan. (Aaltonen ym. 1997, 20.)

6.1.2 Plasmaleikkaus

Plasmaleikkaus on yleinen menetelmä metallien leikkaamiseen ohutlevyistä noin 50 mm materiaaleihin saakka. Plasmaleikkaus perustuu termisen ja kineettisen energian yhteisvaikutukseen. Termisen energian avulla leikattavaan kappaleeseen sulatetaan railo. Teoreettinen lämpötila leikkaushetkellä on korkea, noin 25 000 – 30 000 °C. Sulanut metalli puhalletaan pois plasmakaasun kineettisen energian avulla. Lisäksi leikkauksessa käytetään apuna suojakaasua. (Aaltonen ym. 1997, 20-21.)

Plasmaleikkauksessa työkappale toimii positiivisena elektrodina ja negatiivisena elektrodina on polttimessa oleva kuparisuuttimella ympäröity, plasmakaasun mukaan valittu sauva. Sauvan materiaali voi olla esimerkiksi wolframia. Kuparisuuttimen läpi tunkeutuu plasmakaareksi kutsuttu valokaari, johon plasmakaasu johdetaan. Kaasu kuumenee valokaaressa voimakkaasti, jonka seurauksena se laajenee ja virtaa suuttimen läpi suurella nopeudella. Polttimen jäähdytykseen käytetään tavallisesti vettä. (Aaltonen ym. 1997, 20-21.)

6.1.3 Laserleikkaus

Laserleikkaus on tavanomainen konepajojen käyttämä sovellus erityisesti ohutlevyjen leikkaukseen. Laserilla voidaan leikata terästä noin 20 mm saakka, mutta levyn paksuuden kasvaessa leikkausnopeus hidastuu ja menetelmän kannattavuus heikentyy. Leikkauksen aikana materiaali osittain sulaa ja osittain höyrystyy, jonka vuoksi menetelmää kutsutaan termiseksi. Leikkauksessa käytetään myös kaasuja, jotka parantavat leikkauksen tehokkuutta ja puhaltavat sulaneen materiaalin pois leikkausrailosta. (Aaltonen ym. 1997, 22.)

Leikkausprosessin periaate on yksinkertainen. Lasersäde kohdistetaan pienelle alueelle työkappaleen pintaan, jolloin syntyy suuri paikallinen teho. Muodostunut leikkausrailo on kapea ja leikkauspinnan laatu hyvä, joten leikkauksen jälkeistä viimeistelyä ei yleensä tarvita. Lämmönmuutosvyöhyke on leikatessa kapea, joten leikattavaan kappaleeseen kohdistuu vähän lämmön aiheuttamia muodonmuutoksia. (Aaltonen ym. 1997, 22.)

6.2 Rei'itys

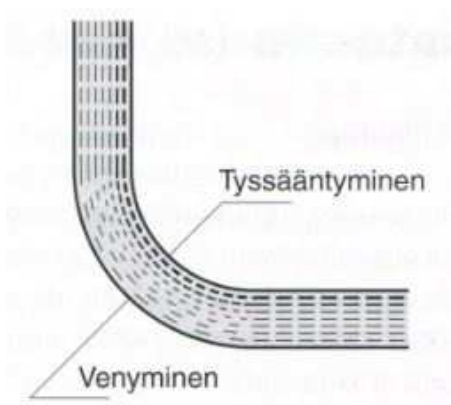
Standardissa SFS-EN 1090-2 on määritetty reikien tekemiselle tarkat vaatimukset reiän käyttötarkoituksen ja toteutusluokan mukaan. Reiät on jaettu soviteruuvien ja niveltappien reikiin sekä muihin reikiin. Ensimmäiseksi mainitulle ryhmälle sovelletaan standardin ISO 286-2 mukaista toleranssiluokkaa H11. Muut reiät tulee valmistaa $\pm 0,5$ mm toleranssilla. Lisäksi reikien tekemiselle on määritetty toteutusluokittain erilaisia tarkentavia vaatimuksia. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 37.)

Reikien tekeminen voidaan karkeasti tulkita siten, että luokan H11 mukaan valmistettavat reiät tulee tehdä lastuavan työstön menetelmillä toteutusluokasta riippumatta. Muut reiät, jotka valmistetaan toleranssin $\pm 0,5$ mm mukaan, voidaan tietyissä tapauksissa leikata laserilla lastuavan työstön sijaan.

6.3 Taivuttaminen

Taivuttaminen on muovaava valmistusmenetelmä, jossa työkappaleeseen tehdään taivuttamalla pysyviä muodonmuutoksia. Teräslevyjen taivutuksessa kappaleiden muodonmuutos aikaansaadaan saattamalla taivutettava tuote plastiseen tilaan. Kun taivutuksessa ylitetään materiaalin myötölujuus, alkaa levyn pinnoissa tapahtua plastista muodonmuutosta, joka ilmenee sisäpuolella tyssääntymisenä eli kasaan painumisena ja ulkopuolella venymisenä (**Kuvio 6.**). Kuormitusta lisätessä myötölujuus ylittyy myös levyn sisäosissa. Kuormituksen poistuessa levyn keskellä olevat elastiset vyöhykkeet pyrkivät palauttamaan levyn takaisin

suoraksi. Pinnoille muodostunut plastinen muodonmuutos ei kuitenkaan palaudu, vaan levyyn jää pysyvä taive. (Aaltonen ym. 1997, 42-45.)

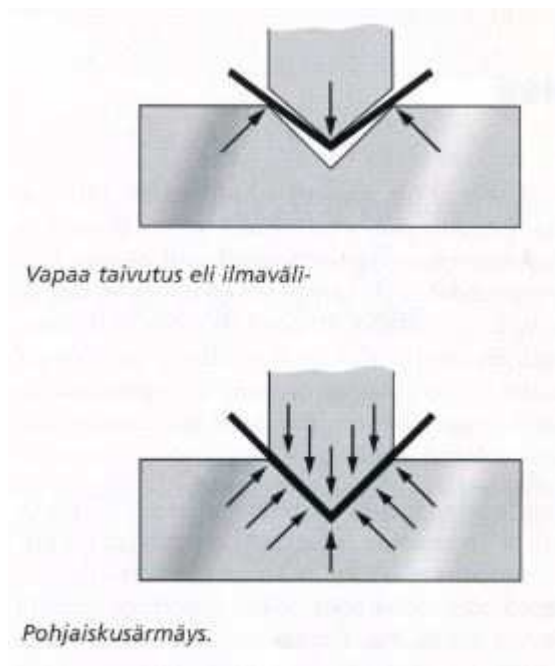


Kuvio 6. Venyminen ja tyssäntyminen. (Lepola & Makkonen 2005, 303.)

6.3.1 Särmäys

Teräslevyjen taivuttamiseen yleisesti käytetty menetelmä on särmäys. Särmäminen on levyjen muovausta pienellä taivutussäteellä ja särmäystä voidaan käyttää lähes kaikille levyvahvuuksille. Rajoittavaksi tekijäksi levyvahvuuden kasvaessa ja taivutussäteen pienentyessä muodostuu yleensä käytettävän koneen puristusvoima. Särmäyksellä pyritään usein lisäämään kappaleen jäykkyyttä ja näin ollen tuotetta voidaan keventää pienentämällä käytettävän materiaalin vahvuutta. (Lepola & Makkonen 2005, 300.)

Taivutuksessa käytettävän särmäyspuristimen toiminta perustuu kahden työkalun väliseen liikkeeseen. Työkalut ovat painin ja vastin, jotka valitaan toimimaan parina levyvahvuuden ja halutun taivutussäteen mukaan. Levy taivutetaan särmäyspuristimessa yleensä vapaataivutusmenetelmällä, jolloin painin ei paina levyä vastimen uran pohjalle, vaan väliin jää ilmarako. Toinen tapa on pohjataivutusmenetelmä, jota käytetään lähinnä ohutlevyjen taivutuksessa. Pohjataivutusmenetelmällä puristusvoiman tarve moninkertaistuu vapaataivutusmenetelmään verrattuna. Kuviossa 7 on esitetty taivutusmenetelmien periaatteet. (Aaltonen ym. 1997, 54-57.)



Kuvio 7. Taivutusmenetelmät. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

7 LAATUTESTIT

Tehtaan sisäisillä laatutesteillä tarkastetaan leikkausprosessien ja reikien tekoon käytettävien menetelmien toimivuus. Standardissa SFS-EN 1090-2 on määrätty polttoleikkausprosessin ja reikien tekoon käytettävien menetelmien toimivuus tarkastettavaksi määrävälein. Polttoleikkausprosessin toimivuutta tarkastaessa käytettävistä tuotteista tulee standardin mukaan valmistaa neljä näytettä, joista tarkastetaan seuraavat asiat

- suora leikkaus paksuimmasta raaka-aineesta
- suora leikkaus ohuimmasta raaka-aineesta
- terävä kulma edustavasta paksuudesta
- kaari edustavasta paksuudesta.

Suorat leikkaukset tulee mitata vähintään 200 mm:n matkalta ja tarkastaa vaaditun laatuluokan vaatimusten suhteen. Terävät kulmat ja kaaret tulee tarkastaa ja niiden leikkausjäljen tulee vastata suoria leikkauksia. Leikattujen pintojen laadun vaatimukset on esitetty standardissa EN ISO 9013. Koekappaleiden tulee täyttää standardin mukaiset, toteutusluokittain esitetyt, vaatimukset kohtisuoruuden toleranssille ja profiilinsyvyyden keskiarvolle. Erikseen vaadittaessa leikattujen reunojen pintojen kovuus tulee olla taulukon 3 mukainen. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 32-33.)

Taulukko 3. Kovuuden suurimmat sallitut arvot. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 33.)

Tuotestandardit	Teräslajit	Kovuusarvot
EN 10025-2...5	S235...S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 ja EN 10149-3	S260...S700	450
EN 10025-6	S460...S690	
HUOM. Nämä arvot ovat standardin EN ISO 15614-1 mukaisia arvoja standardissa ISO/TR 20172 esitetyille teräslajeille.		

Reikien teossa käytettävien menetelmien toimivuus tarkastetaan myös koekappaleiden avulla. SFS-EN 1090-2 mukaan reikien tarkastusta varten on

valmistettava käytettävien materiaalien paksuus- ja lujuusalueet sekä reikien halkaisija-alueen kattava kahdeksan koekappaleen erä. Reikien koot tulee tarkastaa reiän molemmista päistä rajatulkkia käyttäen. (SFS-EN 1090-2+A1 2012, 37.)

Laatutestejä varten yrityksessä suunniteltiin koekappaleen malli, josta saadaan mitattua tarvittavat arvot. Koekappaleeseen yhdistettiin standardin vaatimat mittauksen kohteet, joten yksi koekappale paksuus- ja lujuusalueittain riittää arvojen mittaamiseen. Laatutestejä suoritetaan yrityksessä käytettäville termisille leikkausmenetelmille, joita ovat poltto-, plasma-, ja laserleikkaus. Reikien tekoon käytettävät lastuavan työstön menetelmät testataan myös koekappaleiden avulla. Lisäksi alihankintaa suorittavien yritysten reikien tekoon käytettävät menetelmät testataan. Kuviossa 8 on esimerkki koekappaleista.



Kuvio 8. Esimerkki koekappaleista.

8 CE- MERKINNÄN VAIKUTUS VALMISTUKSEEN

CE-merkintä osoittaa, että valmistaja on noudattanut tuotteeseen sovellettavaa harmonisoitua tuotestandardia ja selvittänyt tuotteen ominaisuudet kyseisen standardin vaatimusten mukaisesti. Merkintä mahdollistaa tuotteiden pääsyn ja vapaan kierron Euroopan talousalueella. CE-merkintä ei kuitenkaan ole yleinen turvallisuusmerkki eikä kaikenkattava turvallisuuden tai laadun tae kuluttajalle.

Kantavien metallirakenteiden valmistus standardin SFS-EN 1090 mukaan edellyttää valmistajalta ilmoitetun laitoksen sertifioimaa sisäistä laadunvalvontajärjestelmää. Järjestelmän tarkoituksena on varmistaa, että tuotteet ovat niille ilmoitettujen ominaisuuksien mukaisia. Valmistettavien tuotteiden ominaisuudet tulee testata standardissa SFS-EN 1090 määritettyjen vaatimusten mukaan. CE-merkinnän edellyttämiä testauksia ja laadunvalvontaa saavat tehdä vain niin sanotut ilmoitetut laitokset. Suomessa testauksia suorittaa Inspecta Sertifiointi Oy.

Teräskokoonpanojen esivalmistus standardin SFS-EN 1090 mukaan tuo valmistajalle lisää vaatimuksia ja näin ollen lisää valmistuksen kustannuksia. Vaadittavien testausten teettäminen ja EN 1090 sertifikaatin hankinta on edellytyksenä, että CE-merkinnän mukaisia tuotteita voidaan valmistaa. Sertifikaatin hankinta ilmoitetulta laitokselta on aikaa vievä prosessi. Yrityksen tulee aluksi perehtyä standardeihin ja kouluttaa henkilöstö toimimaan niiden mukaan. Lisäksi laadunvalvontajärjestelmä tulee päivittää vaatimusten mukaiseksi ennen sertifikaatin hankintaa.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää teräsrakenteille pakolliseksi tulleen CE-merkinnän vaikutuksia esivalmistukseen ja luoda toimintakäsikirja standardin SFS-EN 1090 mukaan valmistettavia tuotteita varten. Työ rajattiin koskemaan terästuotteiden esivalmistusta leikkauksen, särmäyksen ja rei'ityksen osalta. Käsikirjassa tuli olla esitettynä keskeisimmät valmistukseen vaikuttavat vaatimukset helposti luettavassa muodossa.

Idea työn toteutukseen syntyi teräsrakenteiden CE-merkinnän tullessa pakolliseksi heinäkuussa 2014. Yrityksessä ei ollut yhtenäistä toimintamallia standardin SFS-EN 1090 alaisia tilauksia varten. Työntekijöille oli pidetty koulutus aiheeseen liittyen, mutta erillisiä suunnitteluohjeita ei ollut. Työ vaati perusteellista tutustumista standardeihin, laatutestien tulosten tarkastelua ja työntekijöiden haastatteluja.

Työn tuloksena valmistui käsikirja suunnittelun ohjeistukseksi (LIITE 1). Ohje on tarkoitettu ensisijaisesti tuotannonsuunnittelijoiden käyttöön valmistuksen suunnittelun apuvälineeksi. Ohjeessa on esitetty valmistuksen kannalta keskeisimmät vaatimukset, jotka tulee ottaa huomioon ennen tuotteen valmistusta. Haasteelliseksi työn suorituksen teki standardissa esiintyneet tulkinnanvaraiset ilmaisut ja epäkohdat. Standardin SFS-EN 1090 mukaiset vaatimukset eivät ole vielä täysin selvillä, joten niitä tullaan todennäköisesti tarkentamaan tulevaisuudessa. On tärkeää, että ohjeistus tullaan pitämään ajan tasalla muutosten ilmaantuessa.

LÄHTEET

Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Levytyö- ja työvälinetekniikat. Porvoo. WSOY.

Lecklin, O. 1999. Laatu yrityksen menestystekijänä. 3. Uudistettu painos. Helsinki. Kauppakaari Oyj.

Lepola, P. & Makkonen, M. 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki. WSOY.

Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu, Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Helsinki. Otava.

Ruukki part of SSAB. RUUKKI & SSAB. Viitattu 12.2.2015. <http://www.ruukki.fi/Ruukki--SSAB>.

Ruukki part of SSAB. 2013. Vuosikertomus.

Ruukki part of SSAB. 2013. Yritysvastuuraportti.

SFS-EN 1090-1+A1. 2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. 2. Painos. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 1090-2+A2. 2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-Käsikirja 133. 2010. CE-merkintä. Perustiedot 2010. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-Käsikirja 1. 2013. Standardit ja standardisointi 2013. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-Opas 4. 2013. Kansallisen SFS-standardin laadinta ja rakenne. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

Silèn, T. 2006. Johtamisen ja strategisen ajattelun näkökulmia. Helsinki. Yliopistopaino.

Silèn, T. 2001. Laatu, brandi ja kilpailukyky. Helsinki. WSOY.

Teräskokoonpanojen CE-merkintä. 2012. Verkkojulkaisu. Teknologiateollisuus ry, Teräsrakenneyhdistys ry ja Metsta ry. Viitattu 4.4.2015. <http://www.metsta.fi/julkaisut/esitteet/teraskokoonpanot.pdf>.

LIITE 1.



Version: 1.0/2015-11-03

EN 1090 Suunnittelun ohjeistus

Jussi Mäki-Saari



LIITE 1.



Version: 1.0/2015-11-03

1

Taulukko 1 Toteutusluokat

Toteutusluokka	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Materiaalien tunnistaminen ja jäljitettävyys				
Jäljitettävyys	Ei määritelty	Osittainen*	Täydellinen**	Täydellinen**
Merkintä	Ei määritelty	Eri materiaali laadut merkittävä lajikkeen tunnistavalla merkinnällä		
Teräks				
Paksuustoleranssit	Luokka A	Luokka A	Luokka A	Luokka B
Pinnan laadut	Levyt Luokka A2 Pitkät tuotteet Luokka C1	Levyt Luokka A2 Pitkät tuotteet Luokka C1	Tiukempia vaatimuksia, jos erikseen vaaditaan	Tiukempia vaatimuksia, jos erikseen vaaditaan
Multisteel ja rakenneterästen kvarttolevyt ovat laatu luokaltaan B3 ja täyttävät pinnan laadun vaatimukset. Muut varastolevyt ovat luokkaa A1, joiden käyttö varmistettava tilauskohtaisesti.				
Erityisominaisuudet	Ei määritelty	Ei määritelty	Laatuluokka S1 (Z-laadut) hitsattuihin ristiliitoksiin***	Laatuluokka S1 (Z-laadut) hitsattuihin ristiliitoksiin***
Leikkaus				
Terminen leikkaus	Leikkauspinnassa ei sallita merkittäviä epätasaisuuksia Rz5 = alue 5 Kovuus taulukon mukaisesti, jos niin erikseen vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 4 Rz5 = alue 4 Kovuus taulukon mukaisesti, jos niin erikseen vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 4 Rz5 = alue 4 Kovuus taulukon mukaisesti, jos niin erikseen vaaditaan	EN ISO 9013 u = alue 3 Rz5 = alue 3 Kovuus taulukon mukaisesti, jos niin erikseen vaaditaan
Reiitys ja aukot				
Reikien tekeminen	Lävistäminen	Lävistäminen	Lävistäminen + avartaminen	Lävistäminen + avartaminen
Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 reikiä ei voida lävistää ilman avartamista, jos levyn paksuus on suurempi kuin 3 mm. Levyn paksuuden ollessa suurempi kuin 3mm, tulee reiät lävistää vähintään 2mm lopullista halkaisijaa pienempänä. Levyn ollessa paksuudeltaan 3mm tai alle, voidaan reiät lävistää täysikokoisina. Huom! Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 kaikki reiät yli 3mm materiaalissa tulee koneistaa lopulliseen mittaan.				
Aukot	Ei määritelty	Pienin pyöristyssäde 5 mm	Pienin pyöristyssäde 5 mm	Pienin pyöristyssäde 10 mm Lävistäminen ei ole sallittua
Kokoaminen	Toiminnallinen toleranssi Luokka 1	Toiminnallinen toleranssi Luokka 1	Toiminnallinen toleranssi Luokka 2	Toiminnallinen toleranssi Luokka 2

* Käytettävillä materiaaleilla tulee olla aine todistus.

** Aine todistus pystyttävä yhdistämään valmiiseen kokoonpanoon.

*** Suunnittelija määrittelee kohdat.

EN 1090 töissä asiakas vastaa rakenteiden ja niihin liittyvien osien suunnittelusta.

Asiakkaan on mainittava tilauksessa tuleeko materiaalien olla CE- merkittyjä.

Jos mitään toteutusluokkaa ei ole esitetty, tulee noudattaa toteutusluokkaa EXC2.

EXC4 luokan toteuttamismahdollisuudet on aina selvitettävä tapauskohtaisesti.

LIITE 1.



Version: 1.0/2015-11-03

2

Tunnistaminen

- Teräskokoonpanojen jokaisen osan tai jokaisen samanlaisten osien pakkauksen tulee olla tunnistettavissa sopivalla järjestyllä valmistuksen jokaisessa vaiheessa.
- Sulatusnumero on merkittävä toteutusluokissa EXC3 ja EXC4. Mahdollisuuksien mukaan käytetään myös samaa sulatusta.

Kovat leimat

- a) sallitaan vain teräksen lujuusluokkaan S355 saakka
- b) ei sallita ruostumattomille teräksille
- c) ei sallita pinnoitetusta materiaalista valmistetuille kylmämuovatuille kokoonpanoille
- d) tulee käyttää vain määritellyillä alueilla, joissa merkintätapa ei vaikuta väsytykestävyyteen.

Alihankinta

- Jokaiselle EN 1090 tilauksen alihankintaa sisältävälle työlle lisätään tarkistusvaihe (TARK) laadun varmistamiseksi. Tarkistuksen suorittaa alihankintaostaja tai laaduntarkastaja.
- Laatutestatut alihankkijat ovat UH-Koneistus ja Lamse.
- Muut mahdolliset alihankkijat selvittävä tapauskohtaisesti.

Leikkaus

- Vapaat reunat tulee tarkastaa ja tarvittaessa hioa merkittävien vikojen poistamiseksi. Jos leikattua tai nakerrettua pintaa hiotaan tai työstetään koneellisesti leikkauksen tai nakerruksen jälkeen, käsittelysyvyyden tulee olla vähintään 0,5 mm.
- Toteutusluokkaan EXC4 päästään pienin poikkeuksin laser- ja polttoleikkauksella.
- Plasmaleikkaus täyttää vain luokan EXC1 vaatimuksen, mutta asiakkaan luvalla sitä voidaan käyttää rajoitetusti myös vaativimmissa toteutusluokissa.

Reiät

Reiän halkaisijan tulee täyttää seuraavat ehdot, ellei toisin esitetä:

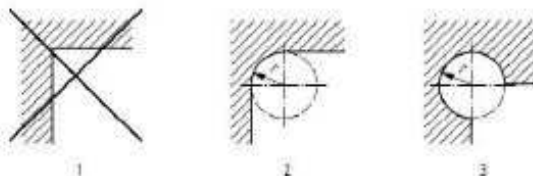
- a) Soviteruuvien ja niveltappien reiät: Luokka H11 standardin ISO 286-2mukaan
 - b) Muut reiät: $\pm 0,5\text{mm}$, kun reiän halkaisijana käytetään reiän päiden halkaisijoiden keskiarvoa
- Leikatut reiät eivät täytä luokan H11 vaatimuksia, vain poratut reiät soveltuvat tähän luokkaan.
 - Muut reiät: $\pm 0,5\text{mm}$ voidaan leikata vain laserilla. Poltto- ja plasmaleikkaus eivät täytä vaatimusta. Huom! Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 kaikki reiät yli 3mm materiaalissa tulee koneistaa lopulliseen mittaan.

Aukkojen pyöristys

- Sisäkulmia ei saa ylileikata. Sisäkulmiksi katsotaan kulmat, joissa kylkien välinen avoin kulma on pienempi kuin 180° .

Sisäkulmat ja kolot tulee pyöristää seuraavin vähimmäispyöristyssätein:

- Ei pyöristystä toteutusluokassa EXC1
- 5 mm toteutusluokissa EXC2 ja EXC3
- 10mm toteutusluokissa EXC4



1. Ei sallittu
2. Suositeltava täysin mekanisoidulle tai automatisoidulle leikkaukselle
3. Sallittu

LIITE 1.



Version: 1.0/2015-11-03

3

Leikattujen pintojen vaatimukset

- Leikkauspinnan kovuuden tulee täyttää taulukon 2 vaatimukset mikäli niin erikseen vaaditaan.
- Poltolla leikatessa sallitut kovuusarvot ovat pääosin kunnossa kaikilla paksuusalueilla.
- Laserilla leikatessa sallitut kovuusarvot yleensä ylittyvät yli 15mm materiaalin jälkeen.
- Plasmalla leikatessa sallitut kovuusarvot yleensä ylittyvät paksuusalueesta riippumatta.

Taulukko 2 Kovuuden suurimmat sallitut arvot (HV10)

Tuotestandardit	Teräslajit	Kovuusarvot
EN 10025-2...5	S235...S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 ja EN 10149-3	S260...S700	450
EN 10025-6	S460...S690	

HUOM. Nämä arvot ovat standardin EN ISO 15614-1 mukaisia arvoja standardissa ISO/TR 20172 esitetyille teräslajeille.

Leikkauspinnan kaltevuudelle sovelletaan taulukon 3 mukaisia arvoja luokissa EXC2, EXC3 ja EXC4.

Leikkauspinnan profiilinsyvyys alueittain.

Taulukko 3 Kohtisuoruus

Alue	Kohtisuoruus toleranssi, u (mm)
1	0,05 + (0,003 × S mm)
2	0,15 + (0,007 × S mm)
3	0,4 + (0,01 × S mm)
4	0,8 + (0,02 × S mm)
5	1,2 + (0,035 × S mm)

Taulukko 4 Profiilinsyvyys

Alue	Profiilinsyvyys, Rz5 (µm)
1	10 + (0,6 × S mm)
2	40 + (0,8 × S mm)
3	70 + (1,2 × S mm)
4	110 + (1,8 × S mm)

- Laatutestit ovat osoittaneet että leikkauspinnan kohtisuoruuden ja profiilinsyvyyden arvot pysyvät sallituissa rajoissa lukuunottamatta plasmalla ilmeneviä ongelmia kohtisuoruuden kanssa.

Esikäsitteilyasteet

- Esikäsitteilyasteet tulee olla asiakkaan kanssa tilauskohtaisesti sovittuja.
- Mikäli pintakäsiteltäville tuotteille ei esitetä tarkennettua vaatimusta, niin silloin noudatetaan P1:n mukaista esikäsitteilyastetta.
- Jos esitetään korroosioneston odotettu käyttöikä ja rasitusluokka, esikäsitteilyasteen tulee olla taulukon 5 mukainen.

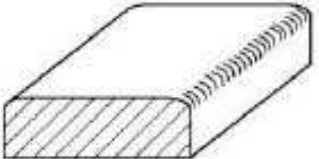
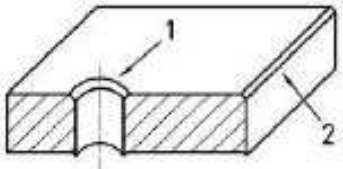
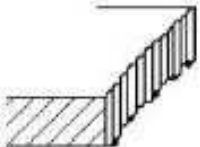

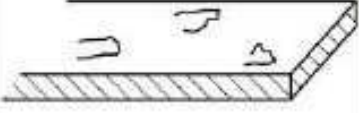

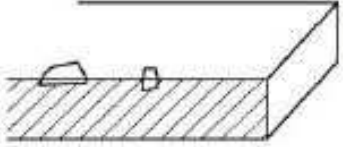

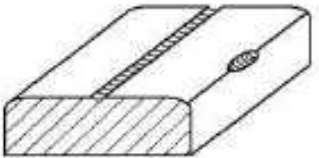
Taulukko 5 Esikäsitteilyasteet

Korroosioneston odotettu käyttöikä	Rasitusluokka	Esikäsitteilyaste
> 15 vuotta	C1	P1
	C2...C3	P2
	Yli C3	P2 tai P3, kuten esitetty
5...15 vuotta	C1...C3	P1
	Yli C3	P2
< 5 vuotta	C1...C4	P1
	C5...lm	P2

- Lievinkään esikäsitteilyaste P1 ei salli teräviä reunoja tai hilsettä leikkuupinnalla.
- Sivulla 4 taulukoitu esikäsitteilyasteiden vaatimukset.

LIITE 1.

Taulukko 6 Esikäsittelyasteet

2 Reunat		P1	P2	P3
2.1 Pyörästetyt reunat		Pinta sellaisenaan pyörästykseen jäljiltä	Pinta sellaisenaan pyörästykseen jäljiltä	Reunat on pyörästettävä pyörästysasteen ollessa vähintään 2 mm (Ks. ISO 12944-3)
2.2 Stanssatut, leikatut tai sahatut reunat	 Selitys 1 Stanssaus 2 Leikkaus	Reunan mikään osa ei saa olla terävä, ja reunassa ei saa olla jäysteitä	Reunojen on oltava kohtuullisen sileitä	Reunat on pyörästettävä pyörästysasteen ollessa vähintään 2 mm (Ks. ISO 12944-3)
2.3 Polttoleikatut reunat		Pinnalla ei saa olla kuonaa eikä irtonaista hiilsettä	Mikään osa reunasta ei saa olla profiililtaan epäsäännöllinen	Leikkauspinta on poistettava ja reunat on pyörästettävä pyörästysasteen ollessa vähintään 2 mm (Ks. ISO 12944-3)
3 Pinnat yleisesti				
3.1 Pistesyöpymät ja kraatterit		Pistesyöpymien ja kraattereiden on oltava maalin tunkeutumisen kannalta riittävän auki	Pistesyöpymien ja kraattereiden on oltava maalin tunkeutumisen kannalta riittävän auki	Pinnalla ei saa olla pistesyöpymiä eikä kraattereita
3.2 Kuorutuminen HUOM. Englannin kielessä käytetään sämönkaltaisesta virheellisuudesta myös termejä "rocks", "slivers" ja "hackles"		Pinnalla ei saa olla koholla olevaa ainesta	Pinnalla ei saa esiintyä näkyvää kuorutumista	Pinnalla ei saa esiintyä näkyvää kuorutumista
3.3 Valssausjäämät/ valssauslami- noitumiset/ leikkauslami- noitumiset		Pinnalla ei saa olla koholla olevaa ainesta	Pinnalla ei saa olla näkyviä valssijäämiä/ laminointumisia	Pinnalla ei saa olla näkyviä valssijäämiä/ laminointumisia
3.4 Sisään valssautunut vieras aines		Pinnalla ei saa olla sisään valssautunutta vierasta ainesta	Pinnalla ei saa olla sisään valssautunutta vierasta ainesta	Pinnalla ei saa olla sisään valssautunutta vierasta ainesta
3.5 Mekaanisista syyistä syntyneet raiot ja uurokset		Pinta sellaisenaan	Raijojen ja uurosten säteen on oltava vähintään 2 mm	Pinnalla ei saa olla raioja ja uurosten säteen on oltava vähintään 4 mm
3.6 Painumat ja valssijäljet		Pinta sellaisenaan	Painumien ja valssijälkien on oltava sileitä	Pinnalla ei saa olla painumia eikä valssijälkiä

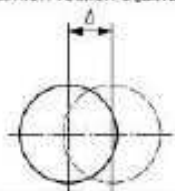
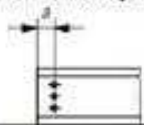
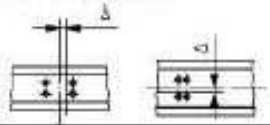
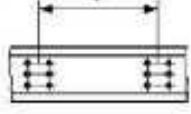

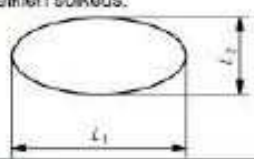
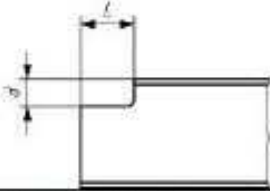

LIITE 1.



Version: 1.0/2015-11-03

5

Taulukko 7 Toiminnalliset toleranssivaatimat

Nro	Poikkeaman tyyppi	Mittauskohde	Sallittu poikkeama Δ	
			Luokka 1	Luokka 2
1	Kiinnittimien reikien sijainti: 	Yksittäisen reiän keskilinjan poikkeama Δ tarkoitetusta sijainnista reikäryhmän sisällä.	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
2	Kiinnittimien reikien sijainti: 	Yksittäisen reiän ja katkaistun pään välisen etäisyyden poikkeama Δ .	$-\Delta = 0$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 0$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$
3	Reikäryhmän sijainti: 	Reikäryhmän poikkeama Δ tarkoitetusta sijainnistaan.	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
4	Reikäryhmien välimatka: 	Reikäryhmien keskiöiden välimatkan c poikkeama Δ : – yleinen tapaus – kun yksittäinen kappale kiinnitetään kahdella kiinnittinyhmillä.	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5	Ruuviryhmän kiertymä: 	Kiertymä Δ : – jos $h \leq 1\,000 \text{ mm}$ – jos $h > 1\,000 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	Reikien soikeus: 	$\Delta = L_1 - L_2$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
7	Kolot: 	Kolon syvyyden ja pituuden poikkeama Δ : – syvyys d – pituus L	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$ $-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$ $-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$
8	Leikattujen reunojen suorakulmaisuus: 	Leikatun reunan poikkeama Δ 90°:een kulmasta	$\Delta = \pm 0,1 f$	$\Delta = \pm 0,05 f$

LIITE 1.

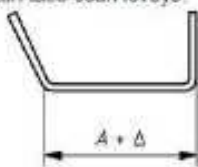
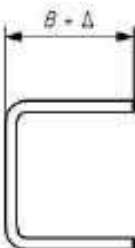
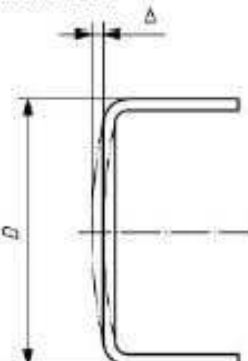
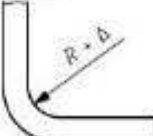



Version: 1.0/2015-11-03

6

Taulukko 8 Särmäyksen valmistustoleranssit

- Huom! Särmäyksen yleistoleransseissa tiukempia vaatimuksia

Nro	Poikkeaman tyyppi	Mittauskohde	Sallittu poikkeama Δ	
			Luokka 1	Luokka 2
1	Tuetun taso-osan leveys: 	Taivutusten välinen leveys A: $t < 3 \text{ mm}$: Pituus $< 7 \text{ m}$ Pituus $\geq 7 \text{ m}$ $ A1 \geq 3 \text{ mm} < A1 $ Pituus $< 7 \text{ m}$ Pituus $\geq 7 \text{ m}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3 \text{ mm} / +5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = -5 \text{ mm} / +9 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = -2 \text{ mm} / +4 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3 \text{ mm} / +6 \text{ mm}$
2	Vapaareunaisen taso-osan leveys: 	Taivutuksen ja vapaan reunan välinen leveys B: – Valssattu reuna: $t < 3 \text{ mm}$ $ A1 \geq 3 \text{ mm} < A1 $ – Leikattu reuna: $t < 3 \text{ mm}$ $ A1 \geq 3 \text{ mm} < A1 $	$\Delta = -3 \text{ mm} / +6 \text{ mm}$ $\Delta = -5 \text{ mm} / +7 \text{ mm}$ $\Delta = -2 \text{ mm} / +5 \text{ mm}$ $\Delta = -3 \text{ mm} / +6 \text{ mm}$	$\Delta = -2 \text{ mm} / +4 \text{ mm}$ $\Delta = -3 \text{ mm} / +5 \text{ mm}$ $\Delta = -1 \text{ mm} / +3 \text{ mm}$ $\Delta = -2 \text{ mm} / +4 \text{ mm}$
3	Tasomaisuus: 	Kuperuus tai koveruus	$\Delta = \pm D / 50$	$\Delta = \pm D / 100$
4	Taivutussäde: 	Sisäpuolinen taivutussäde R	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5	Muoto: 	Viereisten taso-osien välinen kulma θ	$\Delta = \pm 3^\circ$	$\Delta = \pm 2^\circ$